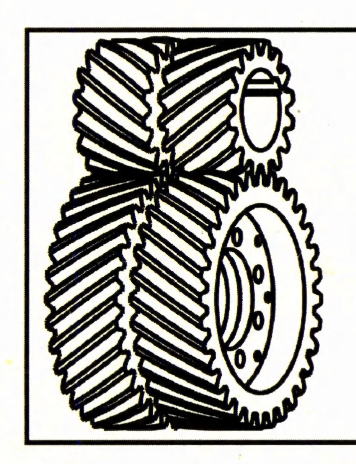
Г.Л.Баранов



ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОДНОСТУПЕНЧАТОГО ЦИЛИНДРИЧЕСКОГО РЕДУКТОРА

МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ ДЛЯ СТУДЕНТОВ

НЕМАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ

ЕКАТЕРИНБУРГ 2008



Федеральное агентство по образованию
ГОУ ВПО "Уральский государственный технический университет – УПИ"

Г. Л. БАРАНОВ

Проектирование одноступенчатого цилиндрического редуктора

Методические указания

Екатеринбург
2007

УДК 621.81.001

Составитель: проф., д-р техн. наук Г.Л. Баранов
Научный редактор – доц., канд. техн. наук Ю.В. Песин

Проектирование одноступенчатого цилиндрического редуктора: методические указания по курсам “Детали машин и основы конструирования” и “Механика”/сост. Г.Л. Баранов. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2007. 49 с.

Методические указания содержат необходимые справочные данные, методику выполнения эскизной компоновки при проектировании одноступенчатого цилиндрического редуктора, требования к оформлению конструкторских документов и примеры выполнения сборочного чертежа редуктора со спецификацией, рабочих чертежей деталей, рекомендации по оформлению пояснительной записки. Могут быть использованы студентами немеханических специальностей всех форм обучения при выполнении контрольных заданий и курсовых проектов, а также при подготовке к экзаменам и зачетам по курсам “Детали машин и основы конструирования” и “Механика”.

Библиогр.: 3 назв. Рис. 35. Табл. 23.

Подготовлено кафедрой “Детали машин”.

Оглавление

1. Конструирование цилиндрических зубчатых колес

Основные размеры кованых и штампованных зубчатых колес, представленных на рис.1а, определяются следующими зависимостями.
Диаметр ступицы: стальной D_c=1,55 d, чугунной D_c=1,6 d,
где d – диаметр посадочного отверстия зубчатого колеса.
Длина ступицы

$$L_c = 1{,}2\ d \geq b_w,$$

где b_w – ширина зубчатого венца колеса.
Толщина обода

$$A_1 = (5 \ldots 6)\ m,$$

где m – модуль передачи.
Толщина диска e = 0,3 b_w.
Диаметр центровой окружности

$$D_0 = 0.5(d_a - 2A_1 + D_c),$$

где d_a – диаметр окружности вершин зубьев колеса.
Диаметр отверстий d_0

$$d_0 = 0.25(d_a - 2A_1 - D_c).$$

Размер фаски посадочного отверстия определяют по табл. 1.

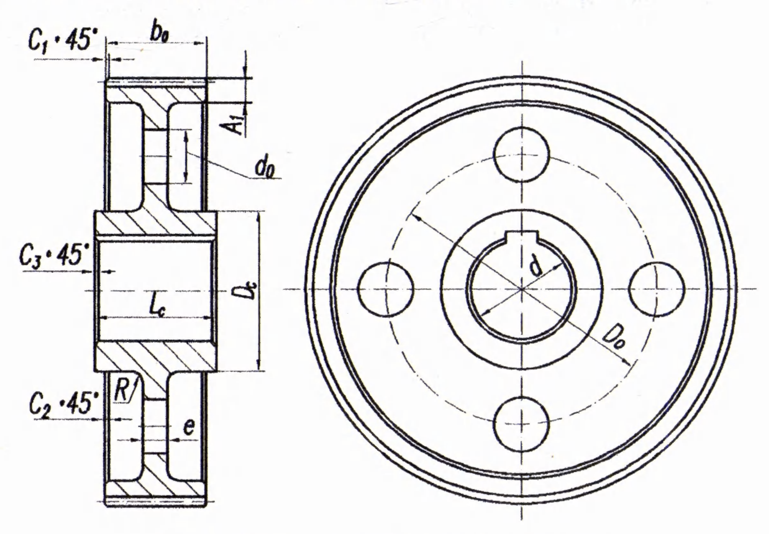


Рис.1а. Основные размеры зубчатых колес

Таблица 1

Размеры фасок отверстия

d,мм	≤30	30…50	50…80	80…120	120…150	150…250	250…500
C_3, мм	1.0	1.6	2.0	2.5	3.0	4.0	5.0

Размер фаски зубчатого венца определяют по формуле $C_1 = 0,5m$ и округляют до ближайшего значения по табл. 1. Размер фаски C_2 принимают равным 2…3 мм. Радиус R равен 4…10 мм.

Шевронные зубчатые колеса чаще выполняют двухвенцовыми с канавкой между венцами для выхода зуборезного инструмента (рис. 1б). Ширина канавки зависит от нормального модуля m_n, типа инструмента и делительного угла наклона зуба β (табл. 2).

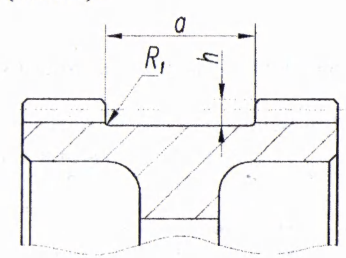


Рис.1б. Канавка двухвенцового колеса

Таблица 2

Ширина канавки двухвенцового колеса

m_n, мм	Тип инструмента		
	червячная фреза		долбяк
	$\beta < 30°$	$\beta \geq 30°$	$\beta > 0°$
1.5	28	30	6
2	32	35	6
2.5	37	40	7.5
3	42	45	7.5
3.5	47	50	7.5
4	52	55	7.5
4.5	55	58	9
5	58	63	9
6	67	72	10
7	75	82	11
8	82	90	11
10	100	108	12

Глубину канавки выбирают в диапазоне $h = (2,5…2,6)\ m_n$, наибольший радиус $R_1 = 0,5$ мм при $m_n < 4$ мм и $R_1 = 1$ мм при $m_n \geq 4$ мм.

2. Смазка зубчатой передачи и подшипников

Смазку применяют для уменьшения потерь мощности на трение, снижения интенсивности износа трущихся поверхностей, отвода тепла и продуктов износа от трущихся поверхностей и защиты от коррозии.

Смазка зубчатой передачи при окружных скоростях в зацеплении до 12,5 м/с осуществляется окунанием колеса в масляную ванну. Такой способ смазки иначе называют картерным. При более высоких скоростях центробежная сила сбрасывает масло с зубьев и не обеспечивает достаточную смазку зацепления. Минимальная рекомендуемая глубина погружения колеса в масляную ванну $h_{\min} = 2m$, но не менее 10 мм. Максимальная глубина погружения не должна превышать половины радиуса зубчатого колеса.

Таблица 3

Выбор кинематической вязкости масла

Контактные напряжения σ_H, МПа	Рекомендуемая кинематическая вязкость, мм^2/с, при окружной скорости в зацеплении, м/с		
	до 2	Св. 2 до 5	Св. 5
До 600	34	28	22
Св.600 до 1000	60	50	40
Св.1000	70	60	50

Требуемая вязкость масла при 40°С определяется по табл. 3 в зависимости от расчетных контактных напряжений σ_H и окружной скорости в зацеплении. По этой вязкости подбирается сорт масла (табл. 4). Наиболее широкое применение в машинах находят минеральные индустриальные масла.

Таблица 4

Выбор сорта масла

Сорт масла	Кинематическая вязкость, мм^2/с
И-Л-А-22	19…27
И-Г-А-32	28…37
И-Г-А-46	38…55
И-Г-А-68	56…75

Их обозначение состоит из 4 знаков. Первый знак И означает масло индустриальное, второй знак определяет назначение масла (Л – для легко нагруженных узлов, Г – для гидравлических систем, Т – для тяжело нагруженных узлов), третий знак характеризует эксплуатационные свойства масла (А – масло без присадок, В – с антиокислительными и антикоррозионными присадками, С – дополнительно с противоизносными присадками), четвертый знак определяет класс кинематической вязкости.

Для смазки подшипников качения в цилиндрических редукторах применяют как жидкие, так и пластичные смазочные материалы. Жидкие масла используют при картерной смазке зубчатой передачи в случае, если окружная скорость в зацеплении $V \geq 1$ м/с. При этом происходит разбрызгивание масла и внутри картера образуется масляный туман, обеспечивающий смазку

подшипников качения. При меньших окружных скоростях для смазки подшипников используют пластичные смазки, такие как ЦИАТИМ-201 или Литол-24. В этом случае со стороны зубчатой передачи подшипник закрывают мазеудерживающим кольцом. Пластичная смазка должна занимать 0,5…0,67 свободного объема между мазеудерживающим кольцом и крышкой подшипникового узла.

3. Расчет элементов корпуса редуктора

Толщина стенки корпуса редуктора

$$\delta = 0{,}025a_w + 1 \geq 8 \text{ мм}.$$

Полученное значение округляют до ближайшего целого числа.

Диаметр фундаментного болта рассчитывают по формуле

$$d_{б1} = 0{,}036\, a_w + 12$$

и округляют до ближайшего большего диаметра резьбы по табл. 5.

Таблица 5

Размеры элементов корпуса редуктора

Параметр	Диаметр резьбы болта						
	M8	M10	M12	M16	M20	M24	M30
a_j	13	15	18	21	25	28	35
b_j	24	28	33	40	48	55	68
d_0	9	11	13	17	22	26	32
D_0	17	20	25	30	38	45	56

Диаметры болтов крепления крышки корпуса к основанию (рис. 2а) равны: у подшипников $d_{б2}$ = (0.7…0.75) $d_{б1}$, на фланцах $d_{б3}$ = (0.5…0.6) $d_{б1}$. Полученные величины округляют до ближайших диаметров резьбы по табл. 5. В этой же табл. даны диаметры отверстий d_0 и диаметры зенковок или бобышек D_0 для соответствующих болтов.

Расстояние от внутренней стенки корпуса до края лапы $L_1=3+\delta+b_1$ и до оси фундаментного болта $P_1 = 3 + \delta + a_1$, где a_1 и b_1 определяются в зависимости от диаметра болта (см. табл. 5).

Ширина фланцев у подшипников $L_2 = 3 + \delta + t + b_2$, где t = 4 мм – высота бобышки. Расстояние от внутренней стенки корпуса до оси болта с диаметром $d_{б2}$ равно $P_2 = 3 + \delta + a_2$.

Ширина боковых фланцев $L_3 = 3 + \delta + b_3$. Расстояние от внутренней стенки корпуса до оси болта с диаметром $d_{б3}$ равно $P_3 =3 + \delta + a_3$. Расстояние от оси болта с диаметром $d_{б2}$ до оси вала

$$L_b = 0{,}5D + (1\ldots1{,}25)\, d_{б2},$$

где D – наружный диаметр подшипника соответствующего вала.

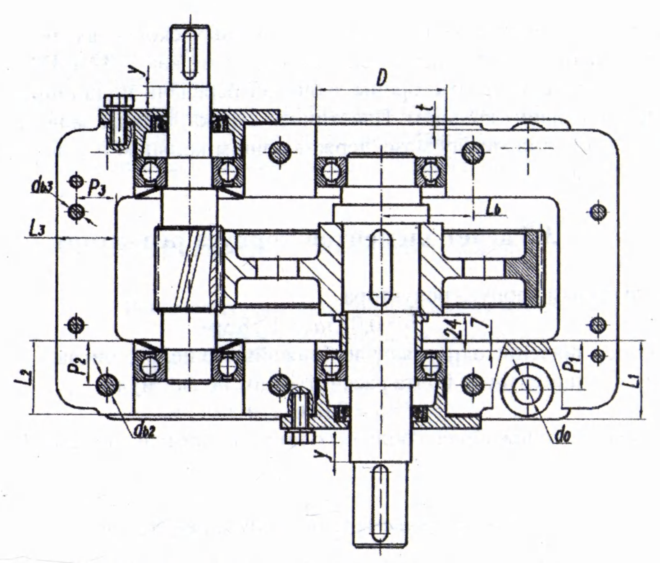


Рис. 2а. Разрез по плоскости разъема редуктора

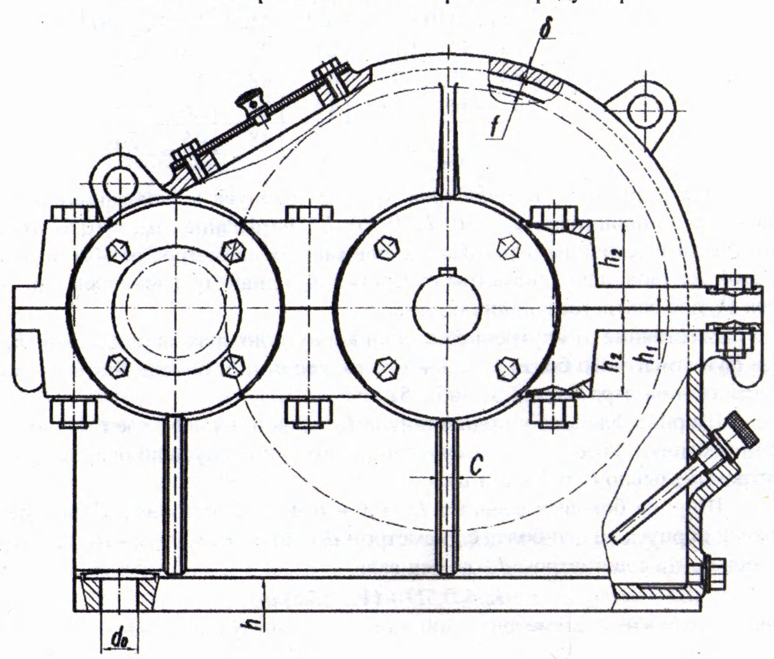


Рис. 2б. Общий вид редуктора

Для сравнительно малого межосевого расстояния $a_w \leq 0,5(D_1+D_2) + 5d_{б2}$ между подшипниками устанавливают один болт, размещая его посредине между расточками в корпусе для подшипников. В этом неравенстве D_1 и D_2 – наружные диаметры подшипников быстроходного и тихоходного валов. Расстояние от головки болта крепления крышки подшипника до границы хвостовика вала зависит от габаритов редуктора и выбирается из диапазона y = 5…12 мм (см. рис. 2а). Толщина ребра жесткости C= (0,85…1)δ (см. рис. 2б). Толщина лапы h=2,5δ, толщина фланца h_1=1,6δ, расстояние от окружности вершин зубчатого колеса до стенки корпуса редуктора f =1,2δ.Высота h_2 определяется построением из условия размещения головки болта.

4. Проектирование тихоходного вала

Один из вариантов конструкции тихоходного вала редуктора представлен на рис. 3. Для размещения на валу деталей он имеет ступенчатую форму и состоит из семи участков. Участок вала с номером 1 называется хвостовиком. На нем устанавливают деталь, которая передает крутящий момент с тихоходного вала редуктора на исполнительный механизм. Диаметр хвостовика ориентировочно определяют из расчета вала на кручение по пониженным допускаемым напряжениям:

$$d_1 = \sqrt[3]{\frac{1000T_T}{0.2[\tau]}},$$

где T_T – крутящий момент на тихоходном валу, Н•м;

$[\tau]$ – пониженные допускаемые напряжения на кручение, $[\tau]$=15 МПа для вала из стали 45.

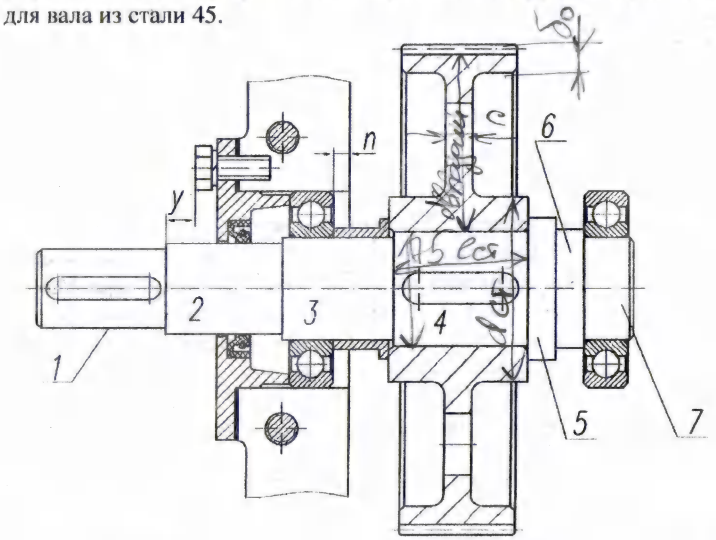


Рис. 3. Разработка конструкции тихоходного вала редуктора

Полученное значение d_1 округляют до ближайшего числа из ряда нормальных линейных размеров по ГОСТ 6636-69: 20 22 24 25 26 28 30 32 34 (35) 36 38 40 42 45 48 50 53 (55) 56 60 63 (65) 67 (70) 71 75 80 85 90 95 100.

Длину хвостовика выбирают в диапазоне $l_1 = (1{,}5\ldots2)\ d_1$ и также округляют по этому ряду. Участок вала с номером 2 предназначен для взаимодействия с уплотнением. На 3-м и 7-м участках устанавливают одинаковые шарикоподшипники радиальные однорядные. Участок с номером 4 предназначен для установки зубчатого колеса. Участки 5 и 6 являются буртиками для осевой фиксации соответственно зубчатого колеса и подшипника.

Рекомендуемые размеры участков приведены в табл. 6. В этой таблице приняты следующие обозначения: B- ширина подшипника тихоходного вала (см. табл. 7); $d_{зп}$- диаметр заплечика подшипника (см. табл. 7); L_c - длина ступицы; C_3 – фаска посадочного отверстия зубчатого колеса (см. табл. 1).

После расчета диаметра d_3 по формуле табл.6 следует округлить его до ближайшего значения, кратного пяти. Длина участка l_2 определяется по формуле

$$l_2 = L_2 - B - n + L_k + y, \qquad (1)$$

где n – расстояние от торца подшипника до внутренней поверхности стенки корпуса, n=7 мм, L_k – величина, зависящая от толщин опорной поверхности крышки подшипника, шайбы пружинной и высоты головки болта крепления крышки к корпусу; значения параметров L_2 и y приведены в разделе 2.

Таблица 6

Размеры участков тихоходного вала

№ участка	Диаметр, мм	Длина, мм
1	d_1	l_1
2	$d_2 = d_1 + 5$	l_2
3	$d_3 = d_1 + 10$	l_3=(20…30) +B
4	$d_4 = d_3 + 5$	l_4=L_c – 2
5	d_5=d_4 + (3…4)C_3	10…15
6	$d_6 = d_{зп}$	10…15
7	$d_7 = d_3$	B

При наружном диаметре подшипника тихоходного вала D < 105 мм можно принять L_k = 18 мм, при $D \geq 105$ мм – L_k = 22 мм. Для тихоходного вала на этом этапе проектирования рекомендуется выбирать подшипники легкой серии. При назначении длины третьего участка расстояние между подшипником и зубчатым колесом следует принимать исходя из симметричного расположения подшипников относительно колеса.

5. Проектирование быстроходного вала

Один из вариантов конструкции быстроходного вала редуктора представлен на рис. 4. Для размещения на валу деталей он также, как и тихоходный вал, имеет ступенчатую форму и состоит из семи участков. При передаточном числе зубчатой передачи больше 2,5 быстроходный вал выполняют в

виде вал-шестерни. Формирование изображения быстроходного вала в этом случае начинают с зубчатого венца, основные размеры которого определяются при расчете зубчатой передачи. Вариант конструктивного выполнения зубчатого венца зависит от соотношения диаметров заплечика подшипника $d_{зп}$ (см. табл. 7) и окружности впадин шестерни d_f (рис. 5). Предпочтительным является вариант, при котором $d_f > d_{зп}$ (рис. 5 а). При $d_f < d_{зп}$ необходимо предусматривать участки для выхода червячной фрезы, нарезающей зубья (рис. 5 б, в). Длина этих участков $L_в$ определяется графически в зависимости от диаметра фрезы $D_ф$. Диаметр фрезы назначают по величине модуля:

m, мм…………	< 2.5	2.5…3	3…4	4…5	5…6	6…7
$D_ф$, мм………..	70	80	90	100	112	125

Размер фаски зубчатого венца определяют по формуле $C_1 = 0{,}5m$ и округляют до ближайшего значения по табл. 1.

Диаметр хвостовика вала (участок № 1 на рис. 4) ориентировочно определяют из расчета вала на кручение по пониженным допускаемым напряжениям

$$d_1 = \sqrt[3]{\frac{1000T_б}{0{,}2[\tau]}},$$

где $T_б$ – крутящий момент на быстроходном валу, Н•м;

$[\tau]$ – пониженные допускаемые напряжения на кручение, $[\tau]$=15 МПа для вала из стали 45.

Полученное значение d_1 округляют до ближайшего числа из ряда нормальных линейных размеров. Длину хвостовика рассчитывают по формуле l_1=1,5d_1 и также округляют по этому ряду. Участок вала с номером 2 предназначен для взаимодействия с уплотнением. Его диаметр равен d_2=d_1+5, а длина определяется по формуле (1), в которой B – ширина подшипника быстроходного вала (см. табл. 7).

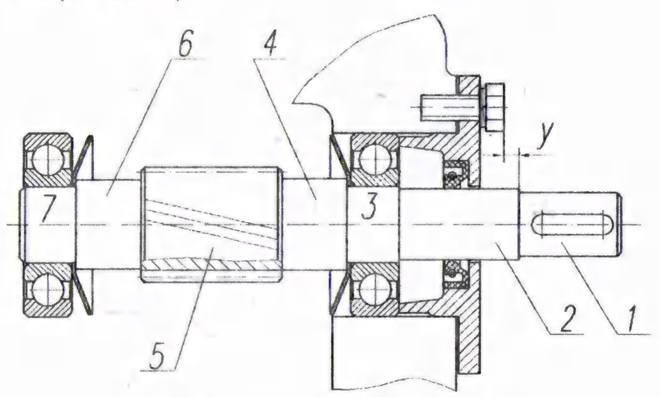


Рис.4. Быстроходный вал редуктора

В этой формуле при наружном диаметре подшипника быстроходного вала D<105 мм можно принять L_k=18 мм, при $D \geq$ 105 мм - L_k=22 мм.

Подбор подшипников быстроходного вала следует начинать с шарикоподшипников радиальных однорядных средней серии. Для их размещения предназначены 3-й и 7-й участки. Диаметр этих участков определяют по формуле d_2=d_1+10 с округлением до ближайшего кратного 5 числа. В случае использования маслоотражательных, либо мазеудерживающих колец они также устанавливаются на участки 3-й и 7-й. Отсюда длина каждого из этих участков равна $l_3 = B + S_c$, где S_c – длина ступицы соответствующего кольца. Для маслоотражательного кольца $S_c = a_k$ для мазеудерживающего кольца $S_c = S_k + 4$, где S_k и a_k определяются из таблиц к рис. 6 и 7.

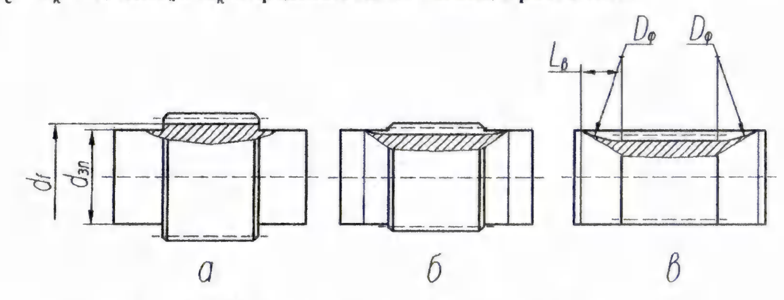
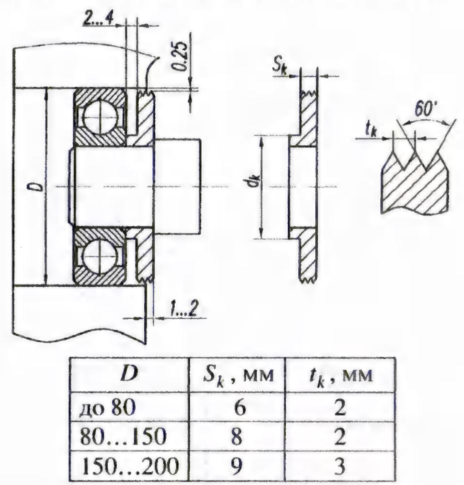


Рис. 5. Конструкция вал-шестерни цилиндрической

Мазеудерживающими кольцами (рис. 6) закрывают все подшипники редуктора, если они смазываются пластичными смазками.



D	S_k, мм	t_k, мм
до 80	6	2
80…150	8	2
150…200	9	3

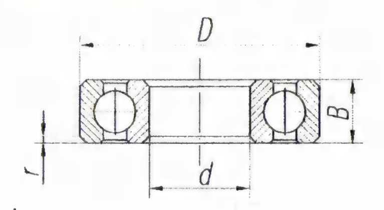
Рис. 6. Кольцо мазеудерживающее

Маслоотражательные кольца (рис. 7) устанавливают на быстроходном валу редуктора с косозубой или шевронной передачей при смазке подшипни-

ков масляным туманом, если делительный диаметр шестерни меньше наружного диаметра подшипника быстроходного вала.

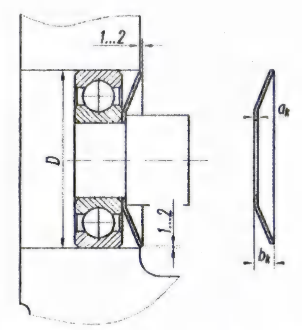
Таблица 7

Подшипники шариковые радиальные однорядные (ГОСТ 8338-75)



Легкая серия						Средняя серия					
Обозначение	Размеры, мм					Обозначение	Размеры, мм				
	d	D	B	r	$d_{зп}$		d	D	B	r	$d_{зп}$
204	20	47	14	1.5	26	304	20	52	15	2	27
205	25	52	15	1.5	30	305	25	62	17	2	32
206	30	62	16	1.5	36	306	30	72	19	2	38
207	35	72	17	2	42	307	35	80	21	2.5	43
208	40	80	18	2	48	308	40	90	23	2.5	50
209	45	85	19	2	53	309	45	100	25	2.5	55
210	50	90	20	2	58	310	50	110	27	3.0	62
211	55	100	21	2.5	64	311	55	120	29	3.0	66
212	60	110	22	2.5	70	312	60	130	31	3.5	74
213	65	120	23	2.5	75	313	65	140	33	3.5	77
214	70	125	24	2.5	80	314	70	150	35	3.5	84
215	75	130	25	2.5	84	315	75	160	37	3.5	92
216	80	140	26	3.0	91	316	80	170	39	3.5	98
217	85	150	28	3.0	97	317	85	180	41	4.0	102
218	90	160	30	3.0	103	318	90	190	43	4.0	110
219	95	170	32	3.5	109	319	95	200	45	4.0	118
220	100	180	34	3.5	115	320	100	215	47	4.0	124
221	105	190	36	3.5	120	321	105	225	49	4.0	130
222	110	200	38	3.5	125	322	110	240	50	4.0	135
224	120	215	40	3.5	135	324	120	260	55	4.0	145
226	130	230	40	4.0	145	326	130	280	58	5.0	155
228	140	250	42	4.0	155	330	150	320	65	5.0	175
230	150	270	45	4.0	165						

Участки 4-й и 6-й являются буртиками, предназначенными для осевой фиксации подшипников. Диаметр этих участков равен диаметру заплечиков для подшипников $d_{зп}$ и определяется по табл. 7.



D	a_k, мм	$b_к$, мм
до 80	1	8
80…150	2	12
150…200	3	15

Рис. 7. Кольцо маслоотражательное

Длина 4-го и 6-го участков определяется из условия примерного совпадения внутренних границ подшипников быстроходного и тихоходного валов, расположенных по одну сторону от зубчатой передачи.

6. Крышки подшипниковых узлов

Для горизонтальных цилиндрических редукторов можно использовать либо торцевые, либо врезные крышки подшипниковых узлов. Для вертикальных редукторов с одной плоскостью разъема используют торцевые крышки. Конструкция глухой торцевой крышки приведена на рис. 8. Размеры стальных торцевых крышек даны в табл. 8, где приняты следующие обозначения: $d_б$ – диаметр болта крепления крышки; n_0 – число отверстий для крепления крышки. Остальные обозначения соответствуют рис. 8.

Таблица 8

Размеры крышек глухих торцевых, мм

D	$d_б$	n_0	d_0	d_1	d_3	d_4	E	e_1	C	R
30-62	6	4	7	D-1			6	8	1	0.6
63-95	8	4	9	D-1.5	D+2$d_б$	D+4.5$d_б$	8	10	1.5	0.6
96-145	10	6	11	D-1.5			10	12	2	0.6
150-220	12	6	13	D-2			12	15	2	0.8

Конструкция сквозной торцевой крышки приведена на рис. 9. Размеры стальных крышек даны в табл. 8 и табл. 9. В табл. 9 приняты обозначения в соответствии с рис. 9.

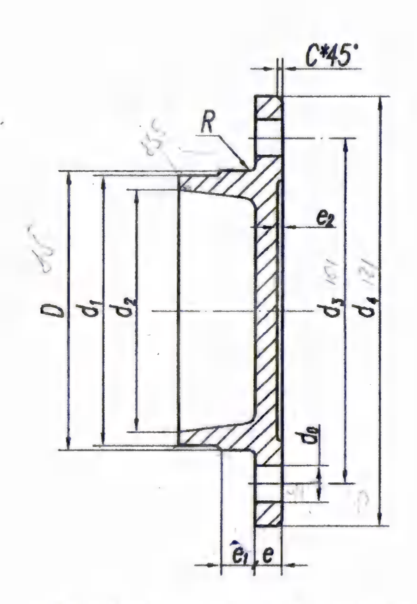


Рис. 8. Крышка глухая торцевая

Параметр e_2 на рис. 8 принимают равным 1…2 мм, диаметр $d_2 = 0{,}85D$.

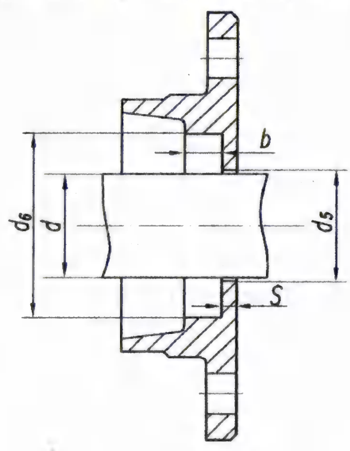


Рис. 9. Крышка сквозная

Конструкция глухой врезной крышки приведена на рис. 10. Размеры врезных крышек даны в табл. 10.

Таблица 9

Размеры крышек сквозных, мм

Диаметр вала d	d_5, мм	S, мм
< 30	d+1	2.5
30…60	d+1	3
60…75	d+1	3.5
75…100	d+2	3.5
100…120	d+3	4

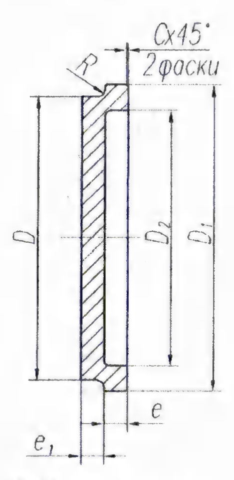


Рис. 10. Крышка глухая врезная

Диаметр d_6 равен наружному диаметру манжетного уплотнения $d_6 = D_у$, ширина гнезда b выбирается из условия $b \geq b_у$, где $b_у$ – ширина уплотнения (табл. 11, рис. 11).

7. Шпонки призматические

Размеры призматических шпонок и пазов для них приведены в табл. 12, где приняты следующие обозначения: t_1 – глубина шпоночного паза на валу; t_2 - глубина шпоночного паза в ступице (рис. 12). В указанных в табл. 12 диапазонах длину шпонки следует выбирать из ряда: 10 12 14 16 18 20 22 25 28 32 36 40 45 50 56 63 70 80 90 100 110 125 150 160 180 200 220 250 280 320 360 400 450. Рекомендуются следующие допуски на ширину шпоночного паза: для вала $N9$; для ступицы J_s9 (см. рис. 12). Допуск на глубину шпоночного паза +0,2, на длину шпоночного паза – $H15$. На валу глубину шпоночного паза задают либо размером t_1, либо размером $d - t_1$, в ступице – размером $d + t_2$.

Таблица 10

Размеры крышек глухих врезных, мм

D	D_1	D_2	e	e_1	C	R
30…60			5		0,5	1,0
65…80			5		0,5	1,0
85…100	$D+e$	(0,8…0,9)D	6	$e_1 \geq e$	0,5	1,0
105…140			8		1,0	2,0
150…200			10		1,0	2,5

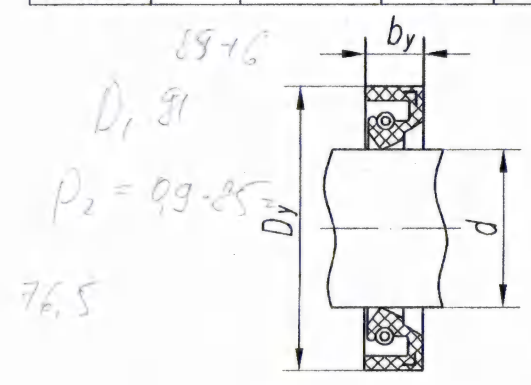


Рис. 11. Конструкция манжеты типа I (без пыльника)

Таблица 11

Манжеты резиновые армированные по ГОСТ 8752-79

d, мм	D_y, мм	b_y, мм	d, мм	D_y, мм	b_y, мм
20	35 37 38	8 10	50	70 72 75	10 12
24	40 42	10	55	80	10 12
25	40 42 45	8 10	60	75 80 82	10
28	45 47 50	10	65	80 82 85	10
30	45 47 50 52	10	70	90 95	10
32	45 50 58	10	75	95 100	10
35	47 50 55 58	10	80	100 102	10
38	55 58 60 62	10	85	105	12
40	55 58 60 62	10	90	110	12
42	62 65 68	10	95	120	12
45	62 65 70	10	100	125	12
48	65 70 72	10	110	125 135	12

Таблица 12

Размеры шпонок призматических и пазов по ГОСТ 23360-78

Диаметр вала d, мм	Сечение шпонки		Глубина паза, мм		Длина шпонок, мм	Наибольший радиус R, мм
	b, мм	h, мм	t_1	t_2		
Св.12 до 17	5	5	3	2.3	10…56	0.25
Св.17 до 22	6	6	3.5	2.8	14…70	
Св.22 до 30	8	7	4	3.3	18…90	
Св.30 до 38	10	8	5	3.3	22…110	0.4
Св.38 до 44	12	8	5	3.3	28…140	
Св.44 до 50	14	9	5.5	3.8	36…160	
Св.50 до 58	16	10	6	4.3	45…180	
Св.58 до 65	18	11	7	4.4	50…200	0.6
Св.65 до 75	20	12	7.5	4.9	56…220	
Св.75 до 85	22	14	9	5.4	63…250	
Св.85 до 95	25	14	9	5.4	70…280	
Св.95 до 110	28	16	10	6.4	80…320	1.0
Св.110 до 130	32	18	11	7.4	90…360	
Св.130 до 150	36	20	12	8.4	100…400	
Св.150 до 170	40	22	13	9.4	100…400	
Св.170 до 200	45	25	15	10.4	110…450	

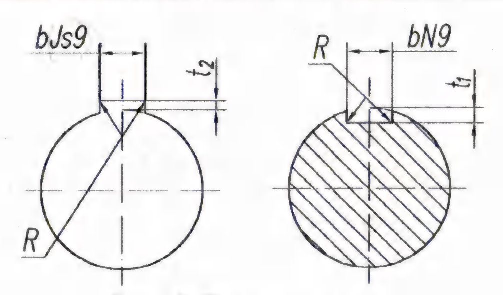


Рис. 12. Пазы шпоночные

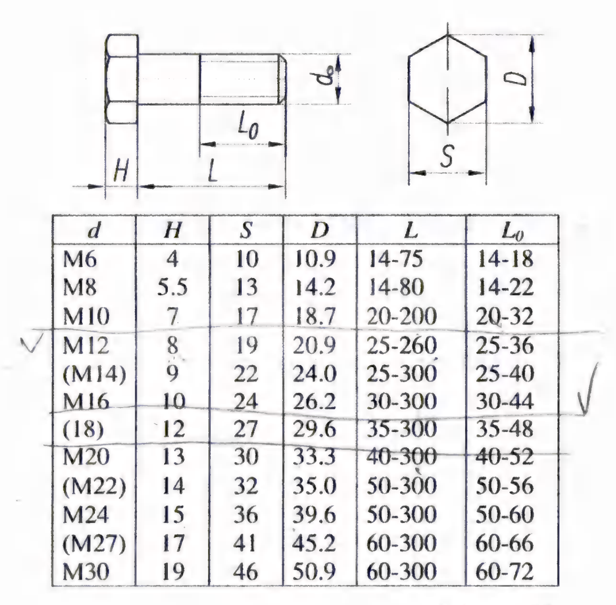
8. Крепежные изделия

Размеры болтов приведены в табл. 13, гаек в табл. 14, шайб пружинных в табл. 15 и колец пружинных упорных наружных в табл. 16. Длины болтов рекомендуется выбирать по ряду: 14 16 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 90 100 120 130 140 150 160 170 180 190 200 220 240 260 280 300 с учетом диапазонов длины, приведенных в табл. 13.

Конструкции и размеры незакаленных цилиндрических и конических штифтов показаны на рис. 13 и в табл. 17. Длину штифтов рекомендуется выбирать по ряду: 8 10 12 14 16 18 20 22 24 26 28 30 32 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 90 95 100. Минимальная длина должна быть не меньше $2d$.

Таблица 13

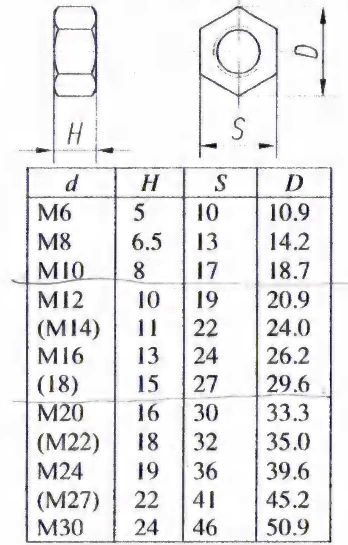
Болты с шестигранной головкой по ГОСТ 7798-70, исполнение 1



d	H	S	D	L	L_0
M6	4	10	10.9	14-75	14-18
M8	5.5	13	14.2	14-80	14-22
M10	7	17	18.7	20-200	20-32
M12	8	19	20.9	25-260	25-36
(M14)	9	22	24.0	25-300	25-40
M16	10	24	26.2	30-300	30-44
(18)	12	27	29.6	35-300	35-48
M20	13	30	33.3	40-300	40-52
(M22)	14	32	35.0	50-300	50-56
M24	15	36	39.6	50-300	50-60
(M27)	17	41	45.2	60-300	60-66
M30	19	46	50.9	60-300	60-72

Таблица 14

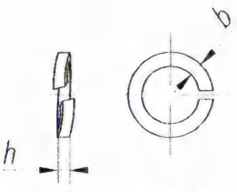
Гайки шестигранные по ГОСТ 5915-70, исполнение 1



d	H	S	D
M6	5	10	10.9
M8	6.5	13	14.2
M10	8	17	18.7
M12	10	19	20.9
(M14)	11	22	24.0
M16	13	24	26.2
(18)	15	27	29.6
M20	16	30	33.3
(M22)	18	32	35.0
M24	19	36	39.6
(M27)	22	41	45.2
M30	24	46	50.9

Таблица 15

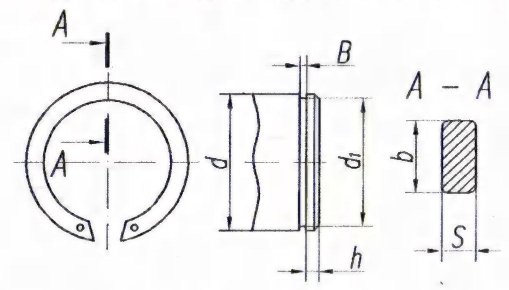
Шайбы пружинные нормальные по ГОСТ 6402-70



Диаметр резьбы	М6	М8	М10	М12	М14	М16	М18	М20	М22	М24	М27
b=*h*, мм	1,6	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	7

Таблица 16

Кольца пружинные упорные наружные по ГОСТ 13940-86



Диаметр вала *d*, мм	Кольцо		Канавка			Осевое усилие, кН
	S	*b*	d_1	*B*	h_{min}	
25	1.2	3.2	23.5	1.4	2.3	14.2
30	1.2	4.0	28.5	1.4	2.3	17.1
35	1.7	5.0	33.0	1.9	3.0	26.7
40	1.7	5.0	37.5	1.9	3.0	39.0
45	1.7	5.0	42.5	1.9	3.0	42.9
50	2.0	6.0	47.0	2.2	4.5	57.0
55	2.0	6.0	52.0	2.2	4.5	62.9
60	2.0	6.0	57.0	2.2	4.5	68.8
65	2.5	7.0	62.0	2.8	4.5	74.7
70	2.5	7.0	67.0	2.8	4.5	80.6
75	2.5	8.0	72.0	2.8	4.5	86.4
80	2.5	8.0	76.5	2.8	5.3	107
85	2.5	8.0	81.5	2.8	5.3	114
90	3.0	8.5	86.5	3.4	5.3	121
95	3.0	8.5	91.5	3.4	5.3	128
100	3.0	8.5	96.5	3.4	5.3	135

Таблица 17

Размеры штифтов, мм

d	4	5	6	8	10	12	16	20
c	0.63	0.8	1.2	1.6	2.0	2.5	3.0	3.5
a	0.5	0.63	0.8	1.0	1.2	1.6	2.0	2.5

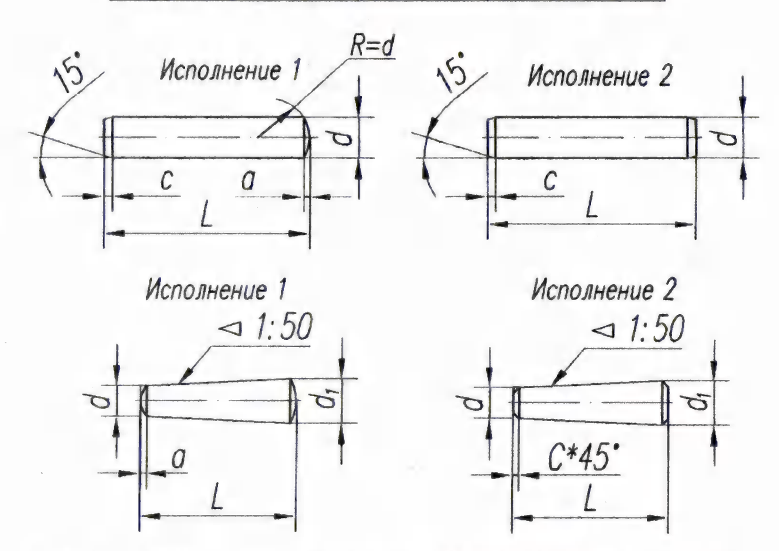


Рис. 13. Штифты цилиндрические по ГОСТ 3128-70 и конические по ГОСТ 3129-70

Диаметр d_1 конического штифта определяется по формуле $d_1 = d + \frac{L}{50}$.

Предельные отклонения диаметров цилиндрических штифтов класса точности А – $m6$ ($n6$), класса точности В – $h8$ ($h9$).

9. Маслоуказатель жезловый

Конструкция маслоуказателя жезлового, размеры и вариант его установки в корпусе редуктора показаны на рис. 14. Длина L выбирается конструктивно с учетом глубины погружения зубчатого колеса в масляную ванну (см. раздел 2).

10. Пробка к маслоспускному отверстию

Конструкция пробки, размеры и вариант ее установки в корпусе редуктора показаны на рис. 15.

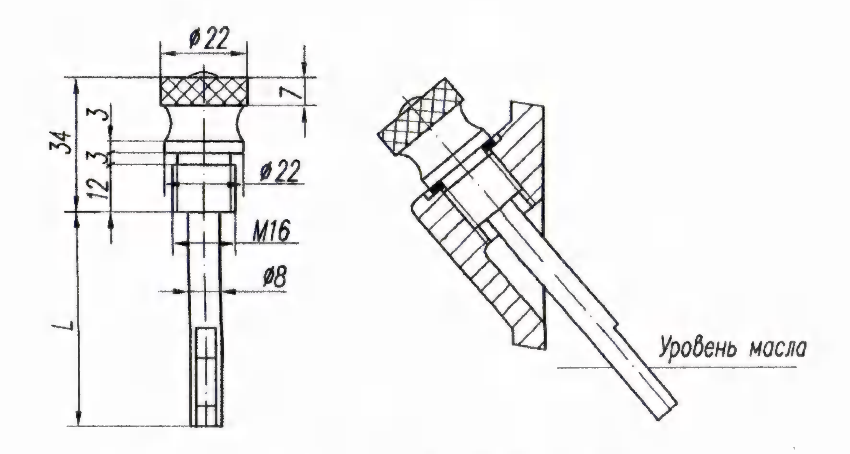


Рис. 14. Маслоуказатель жезловый

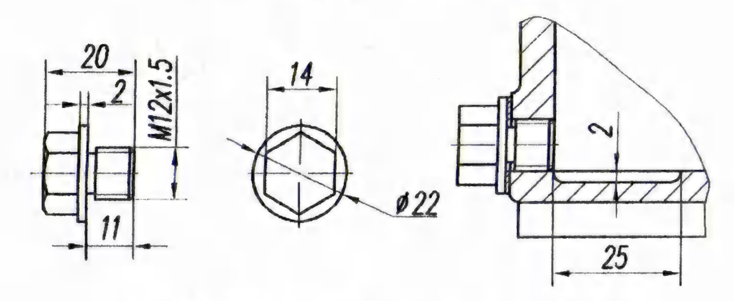


Рис. 15. Пробка к маслоспускному отверстию

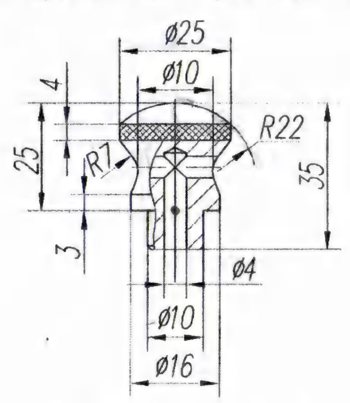


Рис. 16. Ручка-отдушина

11. Ручка-отдушина

Конструкция и размеры ручки-отдушины представлены на рис. 16.

12. Крышка смотрового отверстия

Конструкция и размеры крышки смотрового отверстия показаны на рис. 17 и в табл. 18.

Таблица 18

Размеры крышки смотрового отверстия, мм

A	*B*	*A*1	*B*1	*C*	*S*	*R*	Размер болта	Число болтов
100	75	150	120	125	100	12	M8*22	4
150	100	190	140	175	120	12	M8*22	4
200	150	250	200	230	180	15	M10*22	6

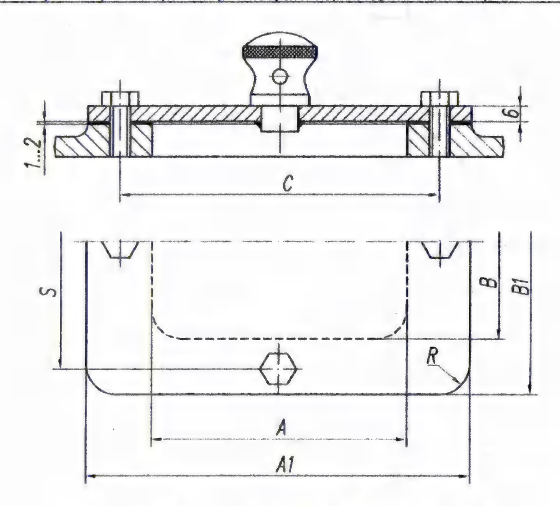


Рис.17. Крышка смотрового отверстия

13. Оформление проекта

Курсовой проект представляет собой совокупность конструкторских документов: сборочного и рабочего чертежей, спецификации к сборочному чертежу и пояснительной записки. Правила, порядок разработки и оформления этих документов регламентированы комплексом стандартов Единой системы конструкторской документации (ЕСКД).

13.1. Основные надписи

Основную надпись по ГОСТ 2.104-68 располагают в правом нижнем углу документа (на листах формата А4 только вдоль короткой стороны листа).

Для всех видов чертежей и схем применяют основную надпись по форме 1 (рис.18). Если чертеж выполнен на нескольких листах, основную надпись по форме 1 выполняют на первом листе, для второго и последующих листов допустимо использовать основную надпись по форме 2а (рис.19).

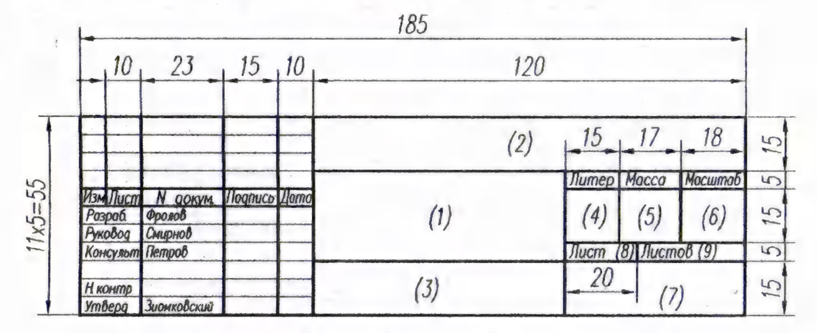


Рис. 18. Форма 1 основной надписи

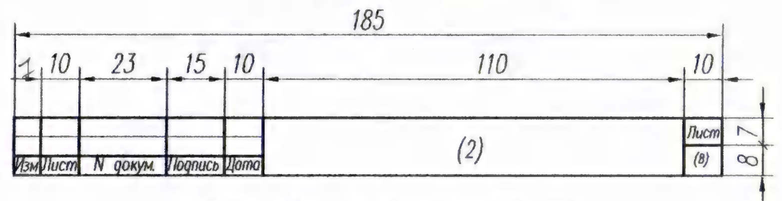


Рис. 19. Форма 2а основной надписи

Рис. 20. Форма 2 основной надписи

В текстовых документах для первого или заглавного листа применяют основную надпись по форме 2 (рис. 20), для последующих листов используют основную надпись по форме 2а.

В графах основных надписей, номера которых указаны в скобках, приводят:

1 – наименование изделия (детали, сборочной единицы) в именительном падеже единственного числа. Начинают наименование с имени существительного;

2 – обозначение документа (чертежа, пояснительной записки, спецификации);

3 – обозначение материала детали (только для рабочих чертежей деталей, например: Сталь 45 ГОСТ 1050–88; Ст3 ГОСТ 380–94; Сталь 40Х ГОСТ 4543–71; СЧ 15 ГОСТ 1412–85);

4 – литеру документа (для курсовых проектов – ПК, для курсовых работ – РК);

5 – массу изделия в килограммах без указания единицы измерения (допускается в учебных проектах эту графу не заполнять);

6 – масштаб (1:1; 1:2; 2:1 и др.);

7 – сокращенное название ВУЗа, кафедры (название размещают в двух строчках: в верхней строчке пишут "УГТУ–УПИ Кафедра"; в нижней строчке – "Детали машин");

8 – порядковый номер листа (на документах, состоящих из одного листа, графу не заполняют);

9 – общее количество листов документа (графу заполняют только на первом листе).

Обозначение документа в общем случае состоит из четырех групп индексов, разделенных между собой точками, например: 1703.303110.000.СБ, 1703.303110.000.ПЗ. В первой группе из четырех индексов записывается номер учебной специальности; во второй группе из шести индексов – код изделия по классификатору ЕСКД (табл. 20, табл. 21); в третьей группе из трех индексов для рабочих чертежей деталей записывается номер детали по спецификации, для сборочного чертежа, пояснительной записки и спецификации пишется три нуля. Четвертая группа из двух индексов содержит шифр документа (СБ – сборочный чертеж, ПЗ – пояснительная записка). Для рабочих чертежей и спецификаций четвертая группа индексов в обозначении не указывается.

13.2. Сборочный чертеж

Сборочный чертеж в общем случае содержит (ГОСТ 2.109–73):

а) изображение сборочной единицы с минимальным, но достаточным количеством видов, разрезов и сечений, дающее представление о расположении и взаимной связи составных частей, соединяемых по данному чертежу, и обеспечивающее возможность сборки и контроля;

б) размеры – габаритные, установочные и присоединительные, посадочные, межосевое расстояние с предельным отклонением (табл. 19);

в) номера позиций по спецификации;

г) текстовую часть.

Таблица 19

Предельные отклонения межосевого расстояния для сопряжения *В* по ГОСТ 1643–81

a_w, мм	<80	80–125	125–180	180–250	250–315	315–400	400–500
Δa ±, мкм	60	70	80	90	100	110	120

Сборочный чертеж редуктора выполняется в двух проекциях на чертежной бумаге формата А1 (размеры сторон 594x841) с необходимым количеством поясняющих разрезов (рис. 21…24). Для проектируемых редукторов выполняется две проекции. На первой проекции изображают общий вид редуктора. На второй проекции для горизонтального редуктора изображают разрез по плоскости разъема, для вертикального редуктора – разрез по плоскости, в которой расположены оси валов. Предпочтительно изображение редуктора выполнять в масштабе 1:1. В случае, если две проекции не удается разместить на одном формате А1, следует каждую проекцию разместить на отдельном листе. При этом на первом листе размещается общий вид редуктора (рис. 21) и основная надпись по форме 1. На втором листе размещаются разрезы (рис. 22), допускается для этого листа использовать основную надпись по форме 2а.

На сборочном чертеже редуктора показывают следующие *установочные и присоединительные размеры* (рис. 21…24):
а) диаметр и количество отверстий под фундаментные болты, расстояние между ними, размеры, задающие расположение этих отверстий относительно края лапы и осей зубчатых колес;
б) габариты лапы, расстояние от опорной поверхности редуктора до плоскости разъема;
в) если на хвостовике вала отсутствует деталь открытой передачи, либо полумуфта, то показывают разрез по этому хвостовику, длину и диаметр хвостовика с допускаемым отклонением.
Рекомендуются следующие *посадочные размеры* для деталей редукторов.

Подшипники качения.

Поле допуска на внутренний диаметр подшипника обозначают *L*0, *L*6 и т.д., на наружный диаметр подшипника *l*0, *l*6. Цифра в обозначении указывает класс точности подшипника: 0 – нормальная точность, 6 – повышенная точность. Рекомендуемое поле допуска вала при отсутствии ударных нагрузок *k*6, при ударном нагружении *n*6. Поле допуска отверстия *H*7. Примеры обозначений посадок подшипников: на вал – Ø 50 *L*0/*k*6, в корпус – Ø 90 *H*7/*l*0.
На сборочных чертежах подшипниковых узлов допускается указывать только поле допуска сопряженной с подшипником детали: Ø 50 *k*6, Ø 90 *H*7.

Зубчатые колеса.

Для прямозубых передач рекомендуются посадки *H*7/*p*6 (*H*7/*r*6);
для косозубых передач – *H*7/*r*6 (*H*7/*s*6).

Посадки с большим натягом (в скобках) для реверсивных передач.

Шкивы, звездочки, полумуфты.

Для нереверсивного привода *H*7/*k*6 (*H*7/*n*6);
для реверсивного – *H*7/*n*6 (*H*7/*p*6).

Посадки, указанные в скобках, использовать при ударных нагрузках.

Крышки подшипниковых узлов.

Торцевые глухие – *H*7/*d*11; торцевые под манжетное уплотнение и врезные – *H*7/*h*8.

Распорные втулки и кольца.

Втулкой называется деталь, у которой отношение длины к диаметру $l/d \geq 0{,}8$, кольцом – деталь при $l/d < 0{,}8$. Для распорных колец рекомендуется посадка $H7/h8$, для распорных втулок – $H7/h6$. Мазеудерживающие кольца следует устанавливать по посадке $H7/k6$.

При простановке размеров необходимо руководствоваться следующими положениями ГОСТ 2.307–68:

Линейные размеры и их предельные отклонения на чертежах указывают в миллиметрах без обозначения единицы. Для размеров и предельных отклонений, приводимых в технических требованиях и в надписях на поле чертежа, единицы указывают.

Минимальные расстояния между параллельными размерными линиями – 7 мм, а между размерной линией и линией контура – 10 мм.

Рекомендуемая высота размерных чисел – 5 мм, расстояние между числом и размерной линией – 1 мм, длина стрелки – 5 мм, выносные линии должны выходить за концы стрелок на 1…5 мм.

Необходимо избегать пересечения размерных и выносных линий.

Размерные числа нельзя разделять или пересекать какими бы то ни было линиями чертежа. Не допускается разрывать линию контура для нанесения размерного числа и наносить размерные числа в местах пересечения размерных, осевых или центровых линий. Осевые, центровые линии и линии штриховки прерывать допускается.

На сборочном чертеже проставляют номера позиций по спецификации для сборочных единиц, деталей и стандартных изделий. Номера позиций располагают на полках параллельно основной надписи чертежа вне контура изображения и группируют в колонку или строчку по возможности на одной линии. От изображения элемента к полке проводится линия-выноска. В начале линии-выноски на изображении элемента ставится точка. Линии-выноски не должны пересекаться между собой, не должны быть горизонтальными, вертикальными или параллельными линиям штриховки, и по возможности не должны пересекать размерные линии. Высота шрифта номеров позиций должна быть 7…10 мм. Допускается делать общую линию-выноску с вертикальным расположением номеров позиций для группы крепежных деталей, относящихся к одному и тому же месту крепления, а также для группы деталей с отчетливо выраженной взаимосвязью. В этих случаях линию-выноску отводят от изображения составной части, номер позиции которой указывают первым (рис. 21).

Текстовая часть на сборочном чертеже редуктора оформляется в виде технических требований. Обычно в технических требованиях указывают требования к сборке, к обработке поверхностей и к эксплуатации. Требования размещают на первом листе сборочного чертежа над основной надписью. Ширина колонки требований должна быть не больше 180 мм. Высота шрифта 5 мм. В случае если, кроме технических требований, на сборочном чертеже размещают техническую характеристику редуктора, технические требования сопровождают заголовком. Ниже приведен пример технических требований для сборочного чертежа редуктора.

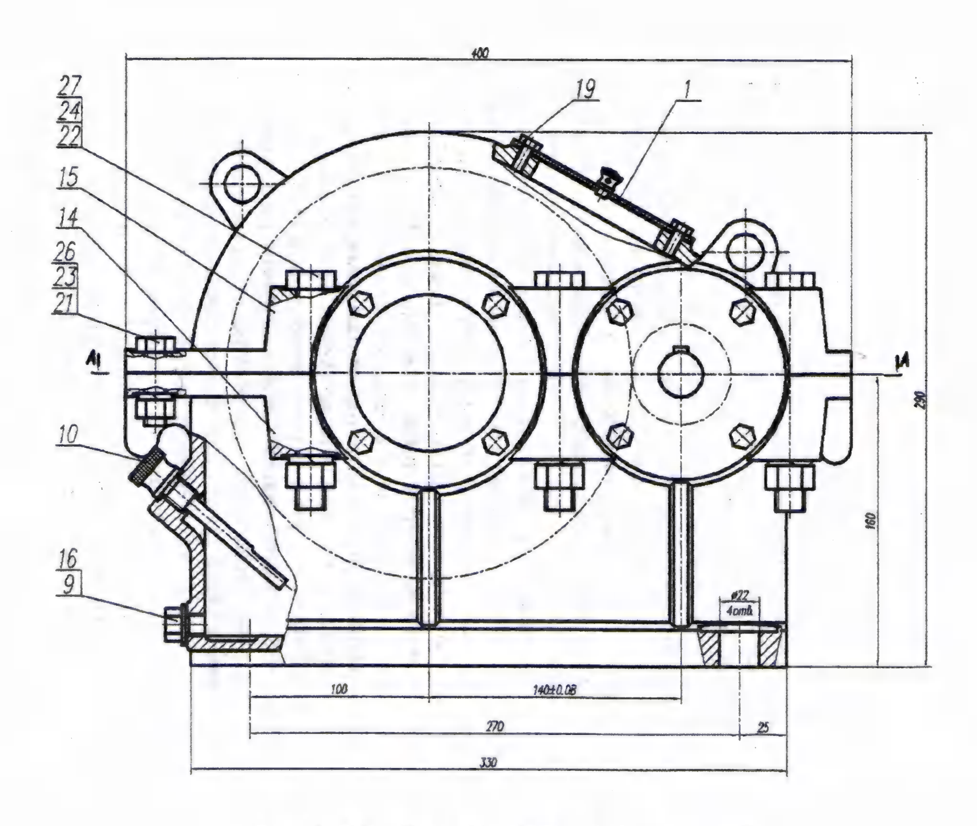


Рис. 21. Общий вид горизонтального редуктора

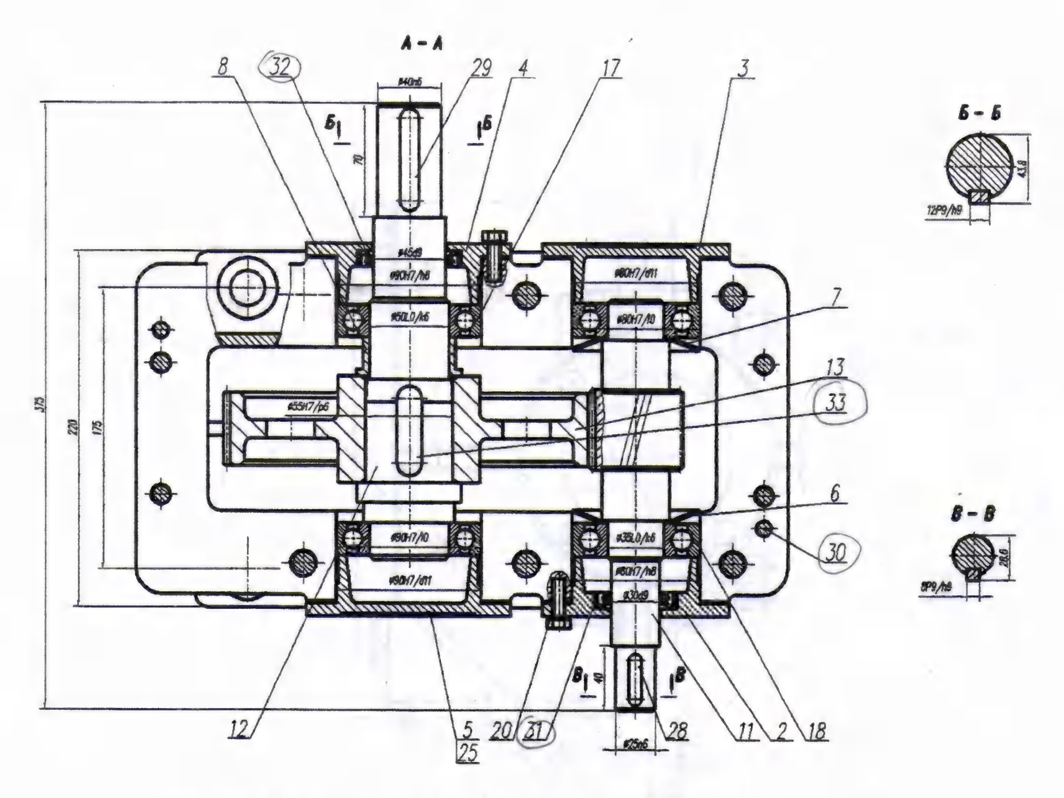


Рис. 22. Разрез по плоскости разъема горизонтального редуктора

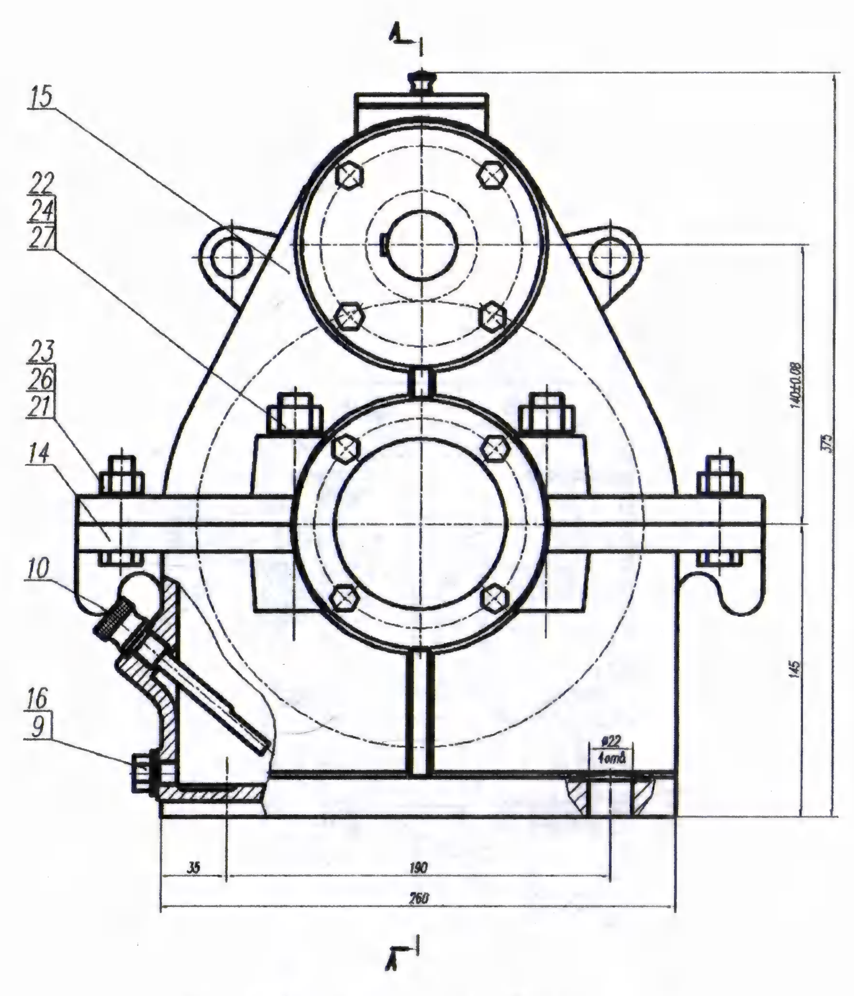


Рис. 23. Общий вид вертикального редуктора

1. В редуктор залить масло индустриальное И-Г-А-46 ГОСТ 17479.4-872. Допускается эксплуатировать редуктор с отклонением от горизонтального положения на угол до 5°. При этом необходимо обеспечить уровень масла, достаточный для смазки зацепления

3. Валы собранного редуктора должны проворачиваться от руки без заеданий

4. Поверхности корпуса редуктора, сопряженные по плоскости разъема, покрыть тонким слоем герметика

5. Необработанные наружные поверхности редуктора покрыть серой эмалью

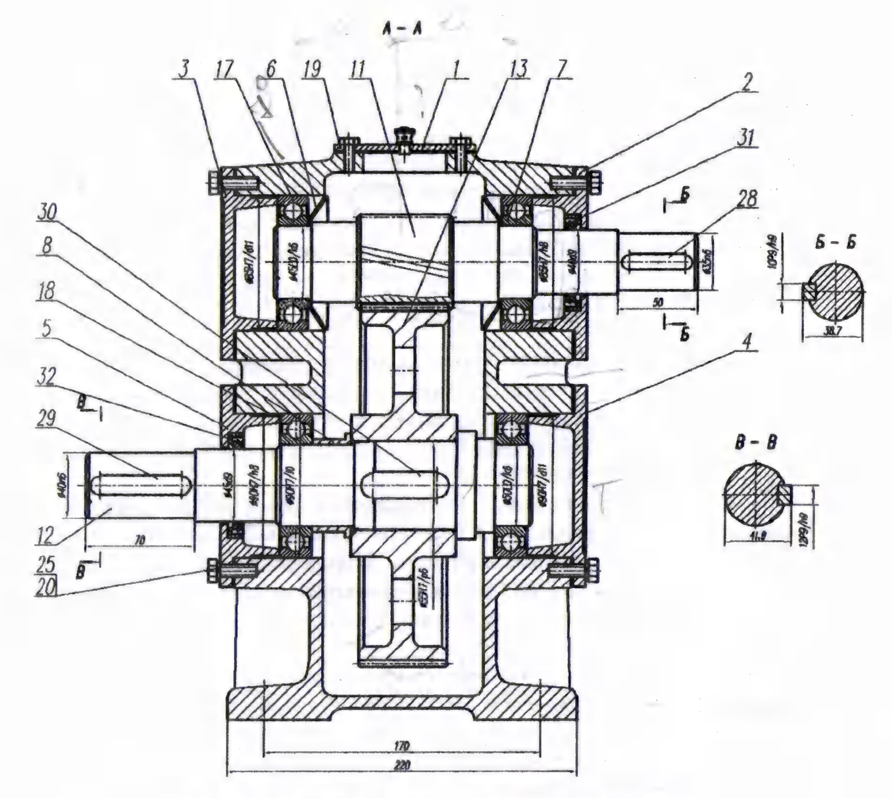


Рис. 24. Разрез по вертикальному редуктору

13.3. Спецификация

Спецификация сборочного чертежа разрабатывается в соответствии с ГОСТ 2.108–68, она определяет состав редуктора и всей его конструкторской документации. Спецификацию составляют на листах формата А4 по форме, представленной на рис. 25. В общем случае спецификация состоит из следующих разделов:

–документация;

–сборочные единицы;

–детали;

–стандартные изделия;

–материалы.

Заголовок каждого раздела записывают в графе “Наименование” и подчеркивают. После заголовка оставляют одну пустую строку. В конце каждого раздела перед заголовком оставляют не менее одной пустой строки.

В раздел "Документация " включают основные документы конструкторской документации (для сборочной единицы – сборочный чертеж, для привода в целом – чертеж общего вида и пояснительная записка). В разделе "Сборочные единицы" записывают изделия, состоящие из составных частей. В разделе "Детали" записывают нестандартные изделия, изготавливаемые без применения сборочных операций. В разделе "Стандартные изделия" записывают изделия, примененные по стандартам (государственным, отраслевым, предприятия). В разделе "Материалы" в учебном проекте следует записать смазочные материалы.

Графы "Формат" и "Зона" в учебном проекте допускается не заполнять.

В графе "Поз." записывают номера позиций изделий, проставленные на сборочном чертеже. В разделах "Документация" и "Материалы" эта графа не заполняется.

В графе "Обозначение" указывают: в разделе "Документация" – обозначение сборочного чертежа редуктора; в разделе "Сборочные единицы" – обозначение чертежей сборочных единиц; в разделе "Детали" – обозначение рабочих чертежей деталей. В разделе "Стандартные изделия" графа не заполняется.

В графе "Наименование" указывают: в разделе "Документация" – Сборочный чертеж; в разделах "Сборочные единицы" и "Детали" – названия сборочных единиц и деталей; в разделе "Стандартные изделия" – условное обозначение изделия и номер ГОСТа. Если название сборочной единицы или детали состоит из двух или более слов, то сначала пишется имя существительное. Если в графе документа текст записан в несколько строк, то в последующих графах записи начинают на уровне первой строки.

В графе "Кол." указывают количество одинаковых изделий в разделах "Сборочные единицы", "Детали" и "Стандартные изделия". В разделе "Материалы" указывают общее количество материалов для одного изделия с указанием единиц измерения, например "2,5 л". Единицы измерения допустимо указывать в графе "Примечан.".

Записи в разделах "Сборочные единицы" и "Детали" производятся в порядке возрастания кода сборочной единицы (табл. 20), либо кода детали (табл. 21). В разделе "Стандартные изделия" запись производится по группам изделий, объединенных по их функциональному назначению (например, подшипники, крепежные изделия и т.д.). Для каждой группы запись ведется в алфавитном порядке наименований изделий. Например, в группе крепежных изделий: болты, винты, гайки, шайбы. В пределах одного наименования – в порядке возрастания номера стандарта, в пределах одного стандарта – в порядке возрастания основных параметров или размеров изделия.

Ниже приведены примеры условных обозначений стандартных изделий.

Подшипник шариковый радиальный однорядный №208:

"Подшипник 208 ГОСТ 8338-75".

Подшипник роликовый радиальный с короткими цилиндрическими роликами без бортов на наружном кольце №2208:

"Подшипник 2208 ГОСТ 8328-75".

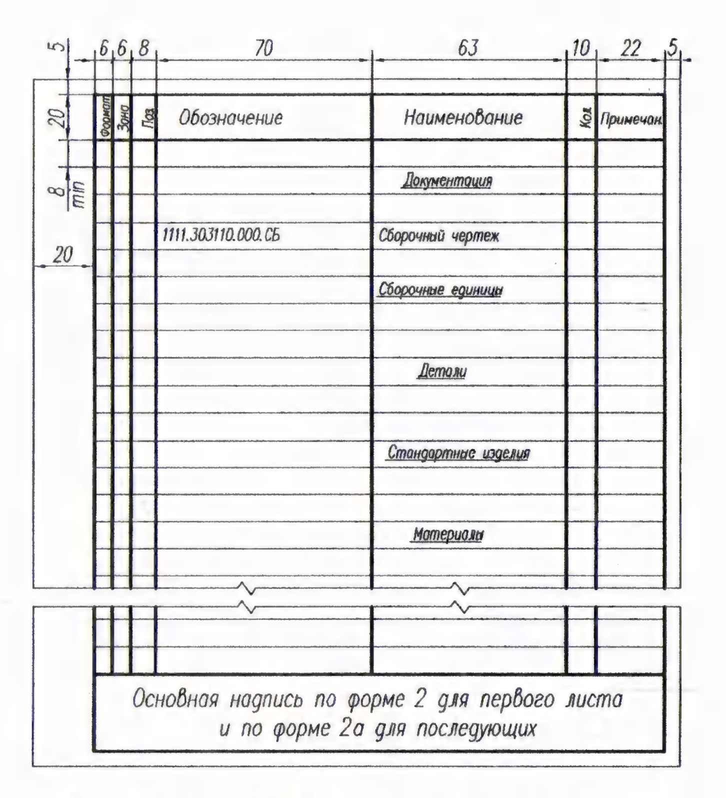


Рис. 25. Форма спецификации к сборочному чертежу

Таблица 20

Коды сборочных единиц

Наименование сборочной единицы	Код по классификатору ЕСКД
Редуктор цилиндрический	303110
Редуктор конический	303140
Редуктор червячный	303160
Редуктор коническо-цилиндрический	303141
Крышка-отдушина	305354
Маслоуказатель фонарный	305441

Подшипник роликовый радиальный с короткими цилиндрическими роликами с одним бортом на наружном кольце №12208:

“Подшипник 12208 ГОСТ 8328-75”.

Подшипник роликовый конический однорядный повышенной грузоподъемности №7208А:

"Подшипник 7208А ГОСТ 27365-87".

Таблица 21

Коды деталей

Наименование детали	Код по классификатору ЕСКД
Вал	715000
Вал-шестерня цилиндрическая	721420
Вал-шестерня коническая	721410
Колесо зубчатое цилиндрическое	721300
Колесо зубчатое коническое	722300
Звездочка роликовой цепи	751800
Шкив клиноременной передачи	711190
Крышка подшипника	711300
Основание корпуса редуктора	732110
Крышка корпуса редуктора	732180
Маслоуказатель жезловый	714522
Кольцо маслоотражательное	711345
Кольцо мазеудерживающее	711343
Пробка маслоспускного отверстия	713513
Втулка	713140
Стакан	713350
Прокладка регулировочная	754150

Болт с диаметром резьбы 16 мм, длиной 60 мм, класса прочности 3,6, исполнения 1, с крупным шагом резьбы, с полем допуска 8*g*, без покрытия:

"Болт М16x60.36 ГОСТ 7798-70".

То же, с полем допуска 6*g*:

"Болт М16-6gx60.36 ГОСТ 7798-70".

Гайка шестигранная с диаметром резьбы 16 мм, класса прочности 4, исполнения 1, с крупным шагом резьбы, с полем допуска 7*H*, без покрытия:

"Гайка М16.4 ГОСТ 5915-70".

Шайба пружинная для болта М16, нормальная, из стали 65Г, без покрытия:

"Шайба 16.65Г ГОСТ 6402-70".

Шпилька с диаметром резьбы d=16 мм, с длиной ввинчиваемого конца 1,6 d, длиной 120 мм, класса прочности 4,6, с крупным шагом резьбы, с полем допуска 8*g*, без покрытия:

"Шпилька М16x120.46 ГОСТ 22036-76".

Штифт цилиндрический незакаленный исполнения 2 диаметром d=10 мм, длиной L=60 мм:

"Штифт 2.10x60 ГОСТ 3128-70".

Формат	Зона	Поз	Обозначение	Наименование	Кол	Примечан.
				<u>Документация</u>		
			1111.303110.000.СБ	Сборочный чертеж		
				<u>Сборочные единицы</u>		
		1	1111.305369.001	Крышка-отдушина	1	
				<u>Детали</u>		
		2	1111.711300.002	Крышка подшипника	1	
		3	1111.711300.003	Крышка подшипника	1	
		4	1111.711300.004	Крышка подшипника	1	
		5	1111.711300.005	Крышка подшипника	1	
		6	1111.711345.006	Кольцо маслоотражат.	1	
		7	1111.711345.007	Кольцо маслоотражат.	1	
		8	1111.713140.008	Втулка	1	
		9	1111.713513.009	Пробка	1	
		10	1111.714522.010	Маслоуказатель	1	
		11	1111.715000.011	Вал	1	
		12	1111.715000.012	Вал	1	
		13	1111.721300.013	Колесо зубчатое	1	
		14	1111.732110.014	Основание корпуса	1	
		15	1111.732180.015	Крышка корпуса	1	
		16	1111.754150.016	Прокладка	1	

Изм	Лист	N докум.	Подпись	Дата
Разраб		Фролов		
Руковод		Смирнов		
Консульт		Петров		
Н.контр				
Утвер		Зионковский		

1111.303110.000

Редуктор цилиндрический

Литер	Лист	Листов
ПК	1	2

УГТУ-УПИ Кафедра Детали машин

Рис. 26 а. Первый лист спецификации к сборочному чертежу редуктора

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечан.
				Стандартные изделия		
		17		Подшипник 210	2	
				ГОСТ 8338-75		
		18		Подшипник 307	2	
				ГОСТ 8338-75		
		19		Болт М6-6gx14.36	6	
				ГОСТ 7798-70		
		20		Болт М8-6gx25.36	18	
				ГОСТ 7798-70		
		21		Болт М12-6gx40.36	4	
				ГОСТ 7798-70		
		22		Болт М16-6gx120.36	6	
				ГОСТ 7798-70		
		23		Гайка М12.5 ГОСТ 5915-70	4	
		24		Гайка М16.5 ГОСТ 5915-70	6	
		25		Шайба 8.65Г ГОСТ 6402-70	18	
		26		Шайба 12.65Г ГОСТ 6402-70	4	
		27		Шайба 16.65Г ГОСТ 6402-70	6	
		28		Шпонка 8x7x32	1	
				ГОСТ 23360-78		
		29		Шпонка 12x8x63	1	
				ГОСТ 23360-78		
		30		Штифт 2.10x28	2	
				ГОСТ 3128-70		
		31		Манжета 1.1-30x52-1	1	
				ГОСТ 8752-79		

Изм	Лист	N докум.	Подпись	Дата	1111.303110.000	Лист 2

Рис. 26 б. Второй лист спецификации к сборочному чертежу редуктора

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечан.
		32		Манжета 1.1–45x65–1	1	
				ГОСТ 8752–79		
				<u>Материалы</u>		
				Масло И–Г–А–46	1.5	л
				ГОСТ 17479.4–87		

Изм	Лист	N докум.	Подпись	Дата	1111.303110.000	Лист 3

Рис. 26 в. Третий лист спецификации к сборочному чертежу редуктора

Штифт конический незакаленный исполнения 2 диаметром d=10 мм, длиной L=60 мм:

“Штифт 2.10х60 ГОСТ 3129-70”.

Кольцо пружинное упорное наружное, концентрическое, класса точности А, для диаметра вала 30 мм, из стали 65Г, без покрытия:

“Кольцо А30 ГОСТ 13940-86”.

Кольцо пружинное упорное внутреннее, концентрическое, класса точности А, для диаметра отверстия 120 мм, из стали 65Г, без покрытия:

“Кольцо А120 ГОСТ 13941-86”.

Шпонка исполнения 1 с размерами сечения bх h=20х12, длиной 90 мм:

“Шпонка 20х12х90 ГОСТ 23360-78”.

То же, исполнения 2:

“Шпонка 2-20х12х90 ГОСТ 23360-78”.

Манжета типа I (без пыльника), исполнения 1 (с механически обработанной кромкой) для вала диаметром 60 мм, с наружным диаметром 80 мм из резины группы 1:

“Манжета I.1-60х80-1 ГОСТ 8752-79”.

Пример спецификации для одноступенчатого цилиндрического редуктора приведен на рис. 26.

13.4. Рабочие чертежи

Изображение детали на чертеже должно содержать минимальное количество видов, разрезов и сечений, достаточное для выявления формы детали и простановки размеров. Например, для вала достаточно одного вида с соответствующими сечениями и выносными элементами. На рабочих чертежах проставляют размеры, указывают шероховатости поверхностей, формируют технические требования. При оформлении рабочих чертежей используется основная надпись по форме 1.

Из числа параметров шероховатости по ГОСТ 2789-73 в машиностроении наиболее часто применяют: R_a – среднее арифметическое отклонение профиля; R_z – высота неровностей профиля по 10 точкам. Параметр R_a является основным, его назначают на все обработанные поверхности. Числовые значения R_a можно принимать по табл. 22. Параметр R_z назначают для поверхностей, получаемых литьем, ковкой, чеканкой.

Для обозначения на чертежах шероховатости поверхностей применяют знаки, форма которых показана на рис. 27. Если не требуется устанавливать вид обработки, то применяют знак по рис. 27 а. Этот способ обозначения является предпочтительным. Если требуется, чтобы поверхность была образована обязательно удалением слоя материала (шлифование, полирование и т.д.), применяют знак, показанный на рис. 27 б. Для обозначения шероховатости поверхностей, не обрабатываемых по данному чертежу, применяют знак по рис. 27 в. При использовании знаков по рис. 27 а и рис. 27 б под знаком шероховатости размещают обозначение параметра шероховатости и его числовое значение (рис. 28).

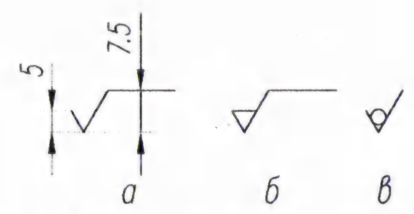


Рис. 27. Знаки для обозначения шероховатости поверхности

Высота текста в обозначении шероховатости соответствует высоте размерного текста. Если поверхность, на которую ставится знак шероховатости, расположена вверху или слева, то знак шероховатости можно размещать непосредственно на этой поверхности, либо на ее продолжении, а при недостатке места допускается размещать знаки шероховатости на выносных линиях размеров, по возможности ближе к размерным линиям.

Таблица 22

Шероховатость R_a для поверхностей деталей

Вид поверхности	R_a, мкм
Посадочные поверхности валов и корпусов под подшипники качения класса точности 0:	
d или D до 80 мм	1.25
d или $D > 80$ мм	2.5
Торцы заплечиков валов для базирования:	
подшипников качения класса точности 0	1.6
зубчатых и червячных колес	3.2
Поверхности валов под резиновые манжеты	0.4…0.63
Поверхности валов для соединений с натягом	0.8
Поверхности отверстий ступиц для соединений с натягом	1.6
Поверхности шпоночных пазов на валах:	
рабочие	3.2
нерабочие	6.3
Поверхности шпоночных пазов в отверстиях зубчатых колес, шкивов, звездочек:	
рабочие	1.6…3.2
нерабочие	3.2…6.3
Торцы ступиц зубчатых колес	1.6…3.2
Профили зубьев зубчатых колес 8-й степени точности	1.6
Поверхности выступов зубьев колес	6.3
Свободные торцовые поверхности зубчатых колес	6.3
Канавки, фаски, радиусы галтелей	6.3
Поверхности отверстий под болты, винты, шпильки	12.5
Опорные поверхности под гайки, головки болтов, винтов	6.3

Для поверхностей, расположенных справа или внизу, знак шероховатости размещается на полках линий-выносок (рис. 28). При указании одинаковой шероховатости для части поверхностей изделия в правом верхнем углу чертежа помещают обозначение одинаковой шероховатости и знак, заключенный в скобки (рис. 29). Это означает, что все поверхности, на которые не нанесены обозначения шероховатости, должны иметь шероховатость, указанную перед знаком в скобках.

Размеры и толщина линий знака, выносимого в правый верхний угол чертежа, должны быть в 1,5 раза больше, чем размеры знаков шероховатости на изображении.

Размеры знака, взятого в скобки и обозначающего слово "остальное", должны быть одинаковы с размерами знаков на изображении.

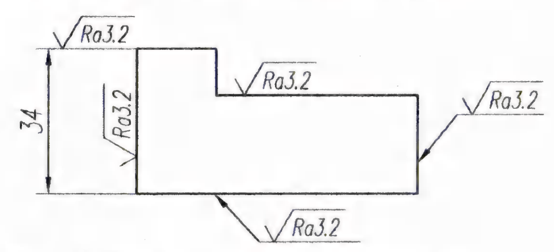


Рис. 28. Размещение знаков шероховатости

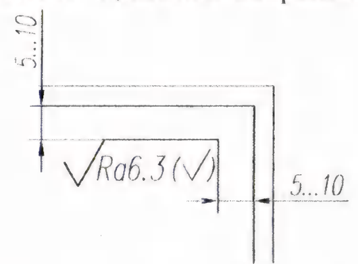


Рис. 29. Указание одинаковой шероховатости

Примеры размещения обозначений шероховатости на рабочих чертежах вала и зубчатого цилиндрического колеса приведены на рис. 30 и 31.

Технические требования располагают над основной надписью. Запись технических требований ведется в следующем порядке:

1. Требования к материалу заготовки, термической обработке и к свойствам материала готовой детали.
2. Предельные отклонения размеров.
3. Указания о размерах (размеры для справок, радиусы закруглений и т.д.).
4. Требования к качеству поверхности (указания об отделке, покрытии, шероховатости).

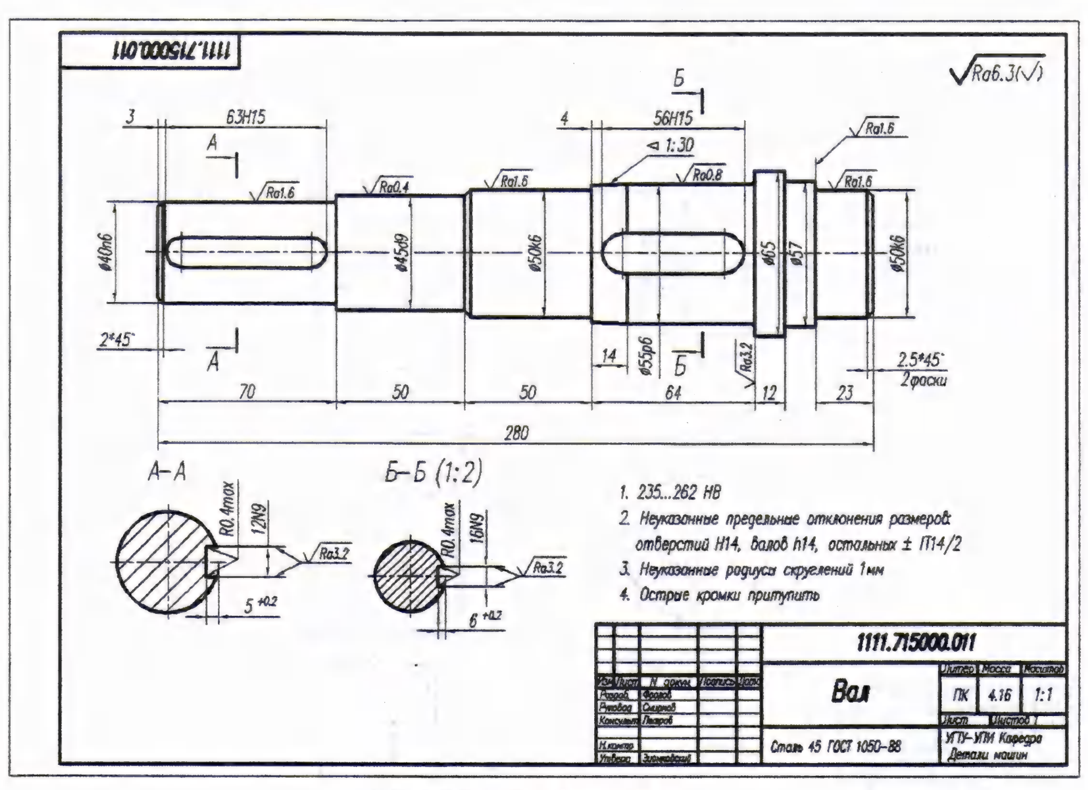


Рис. 30. Рабочий чертеж вала

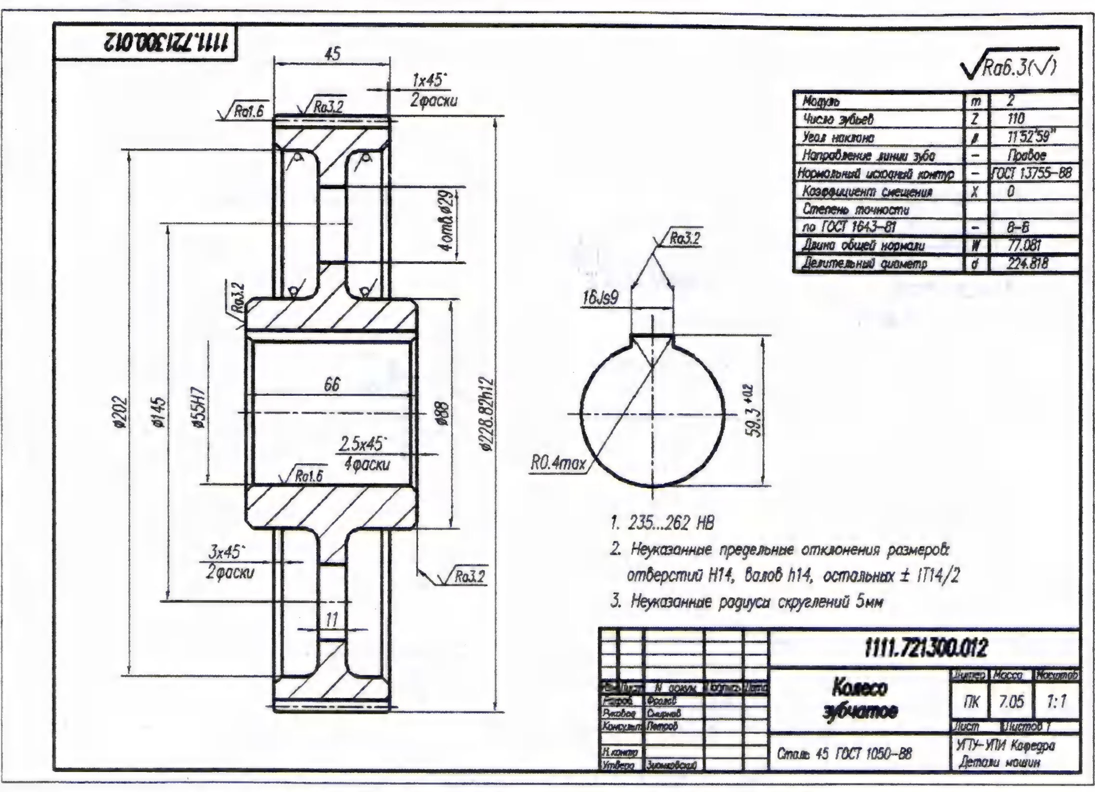


Рис. 31. Рабочий чертеж зубчатого цилиндрического колеса

Далее рассмотрены особенности выполнения рабочих чертежей вала и зубчатого колеса.

На рабочем чертеже вала должны быть показаны следующие конструктивные элементы: фаски, заходные конусы, галтели, канавки, шпоночные пазы. Для облегчения монтажа участки вала, имеющие посадочные поверхности, должны иметь фаски или заходные конусы. Заходный конус используют при установке зубчатого колеса с натягом на участок вала со шпоночным пазом (рис. 32 а). Заходный конус должен заканчиваться в зоне параллельных граней шпонки. Рекомендуемое расстояние от границы заходного конуса до осевой линии шпоночного паза S_3 = 2…3 мм. Вместо заходного конуса допускается использовать направляющий цилиндрический участок вала с полем допуска $d11$ (рис. 32 б).

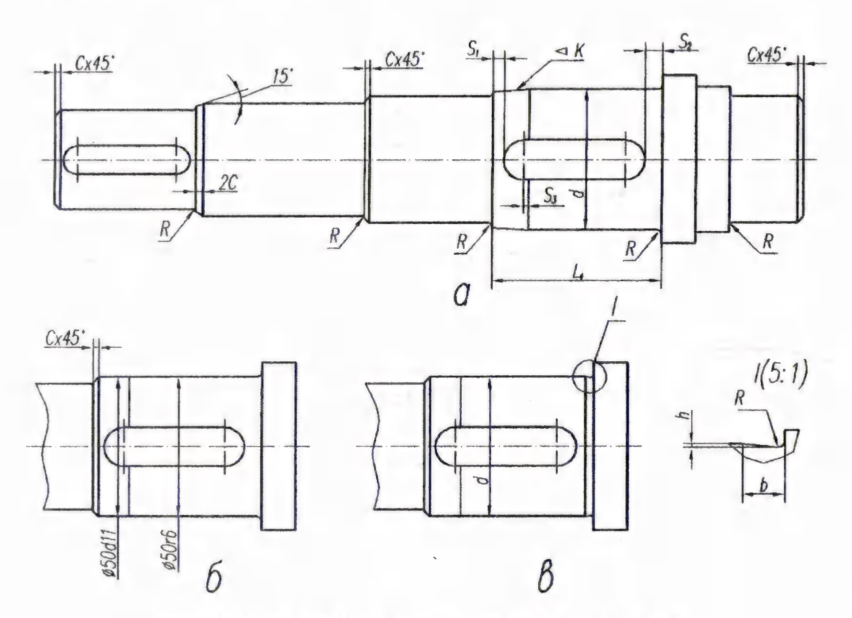


Рис. 32. Выбор конструктивных элементов вала

В качестве базовой поверхности участка вала для размещения шпоночного паза выбирают начало участка с той стороны, с которой на этот участок устанавливается деталь. Расстояние S_1 от базовой поверхности до начала шпоночного паза при диаметре участка $d < 30$ мм рекомендуется принимать S_1 = 2…3 мм. Если $d \geq 30$ мм, S_1 = 4…5 мм. Расстояние между второй границей шпоночного паза и окончанием участка выбирается из условия $S_2 \geq S_1$. Для уменьшения напряжений смятия в шпоночном соединении стараются полностью использовать длину ступицы при размещении шпоночного паза.

Это достигается за счет предварительного определения длины шпонки по формуле $L_ш = L_4 - 2\ S_1$ с последующим округлением $L_ш$ до ближайшего меньшего значения по ряду (с. 16). Здесь L_4 – длина участка вала, на котором размещается шпоночный паз (рис. 32 а).

На хвостовиках валов, на которые детали устанавливают по переходным посадкам, а также на участках под подшипники для облегчения монтажа выполняют фаски под углом 45°. Размер фаски *C* определяется в зависимости от диаметра участка вала по табл. 1 ($C = C_3$).

При установке манжеты с помощью специальных приспособлений, например монтажной втулки, можно применять фаску под углом 45°. Если приспособления не предусмотрены, следует использовать пологую фаску с углом 15°, показанную на втором участке вала (рис. 32 а).

Для перехода от участка вала с диаметром *D* к участку с диаметром *d* используют галтели постоянного радиуса. Если на участок с меньшим диаметром устанавливается деталь, то для плотного прилегания ее торца к буртику вала радиус галтели предварительно рассчитывают по формуле $R = 0{,}6\ r$, где *r* – размер фаски детали. Для подшипников размер фаски определяется по табл. 7, для зубчатого колеса, шкива, звездочки, полумуфты – по табл. 1. Если деталь не устанавливается, то *R* рассчитывают по формуле $R = 0{,}4\ (D - d)$. Полученное значение *R* округляют до ближайшего числа из ряда 0,6; 1; 1,5; 2; 2,5; 3.

Если поверхность участка вала с меньшим диаметром получают шлифованием, то для выхода шлифовального круга выполняют канавку по рис. 32 в. Размеры канавок приведены в табл. 23.

При выполнении рабочего чертежа зубчатого колеса, либо вал-шестерни в правом верхнем углу чертежа помещают таблицу параметров зубчатого венца. Пример таблицы для косозубого колеса приведен на рис. 33.

$\sqrt{Ra12.5}\ (\sqrt{})$

Модуль	m	2
Число зубьев	Z	80
Угол наклона	β	11°28'41"
Направление линии зуба	-	Правое
Нормальный исходный контур	-	ГОСТ 13755-88
Коэффициент смещения	X	0
Степень точности по ГОСТ 1643-81	-	8-В
Длина общей нормали	W	52.15
Делительный диаметр	d	163.265
65	10	35

Рис. 33. Таблица параметров зубчатого венца

Таблица 23

Размеры канавок, мм

d	b	h	R
св.10 до 50	3	0.25	0.5
св.50 до 100	5	0.5	0.5
св.100	8	0.5	1

В случае проектирования прямозубого колеса строки "Угол наклона" и "Направление линии зуба" из таблицы исключаются. Допускается в учебных проектах длину общей нормали не рассчитывать и вместо числа в соответствующей графе ставить прочерк.

13.5. Пояснительная записка

Пояснительная записка выполняется на листах формата А4 и включает: титульный лист, содержание, задание на проектирование, основной текст и библиографический список.

Титульный лист является первым листом документа. Пример его выполнения приведен на рис. 34. Содержание пояснительной записки приводят на заглавном и последующих листах. Пример оформления заглавного листа приведен на рис. 35. В содержании перечисляют заголовки всех разделов и подразделов с указанием номеров страниц, на которых помещены эти заголовки.

Основной текст пояснительной записки должен включать введение и расчеты, подтверждающие работоспособность конструкции. Во введении дается краткая характеристика области и условий применения проектируемого привода. Перечень разделов расчетной части пояснительной записки приведен в содержании (см. рис.35). При оформлении расчета записывается расчетная формула со ссылкой на источник из библиографического списка и дается пояснение по каждому параметру, входящему в формулу, с указанием единиц измерения [4-7]. Ссылка заключается в квадратные скобки и должна содержать номер источника по библиографическому списку и указание страницы, на которой эта формула приведена в источнике (например, [4, с.15]). Каждое обозначение поясняют в записке один раз. После записи формулы ставят знак равенства и подставляют в формулу числовые значения в том же порядке, в каком они приведены в формуле. Окончательный результат вычислений приводят без промежуточных операций и сокращений:

$$T_1 = 9550\frac{P_1}{n_1} = 9550\frac{17.53}{973} = 172{,}05 \text{ Н}\bullet\text{м}.$$

Расчетные схемы, эпюры моментов, эскизы допускается выполнять средствами машинной графики или вручную. Их нумеруют арабскими цифрами в пределах всей записки, например Рис. 1, Рис. 2 и т.д. Ссылки на рисунки в тексте записки оформляют по следующему образцу: "Как следует из рис. 2,...".

Федеральное агентство по образованию
ГОУ ВПО "Уральский государственный технический университет - УПИ"

Кафедра «Детали машин»

Оценка за проект

Члены комиссии:

ПРИВОД ЛЕНТОЧНОГО ТРАНСПОРТЕРА

Курсовой проект

Пояснительная записка

1703.418110.000.ПЗ

Руководитель П.А. Иванов

Студент И.Н. Петров
гр. М 332

2007

Рис. 34. Пример выполнения титульного листа

Содержание

Основная надпись по форме 2 (см. с. 24)

Рис. 35. Пример выполнения заглавного листа

Библиографический список

1. Шейнблит А.Е. Курсовое проектирование деталей машин/ А.Е. Шейнблит. М.: Янтарный сказ, 2004. 455 с.
2. Чернавский С.А. Курсовое проектирование деталей машин/ С.А. Чернавский, К.Н. Боков, И.М. Чернин [и др.]. М.: Машиностроение, 1988. 416 с.
3. Казанский Г.И. Детали машин. Методические указания по выполнению курсового проекта/ Г.И. Казанский. Свердловск: УПИ, 1991. 50 с.
4. Баранов Г.Л. Расчет зубчатых цилиндрических передач/ Г.Л. Баранов. Екатеринбург: УГТУ–УПИ, 2005. 31 с.
5. Баранов Г.Л. Расчет ременных и цепных передач/ Г.Л. Баранов. Екатеринбург: УГТУ–УПИ, 2005. 29 с.
6. Баранов Г.Л. Расчет валов, подшипников и муфт/ Г.Л. Баранов. Екатеринбург: УГТУ–УПИ, 2005. 46 с.
7. Баранов Г.Л. Расчет деталей машин: учебное пособие/ Г.Л. Баранов. Екатеринбург: УГТУ–УПИ, 2007. 222 с.

Учебное издание

Георгий Леонидович Баранов

Проектирование одноступенчатого цилиндрического редуктора

Редактор О.С. Смирнова

Компьютерная верстка авторская

Подписано в печать 22.06.2007 Формат 60x84 1/16
Бумага 80 г/м^2 Цифровая печать Усл. печ. л. 2,6
Уч.-изд. л. 2,75 Тираж 200 Заказ № 126

Отделение полиграфии ИВТОиБ УГТУ-УПИ
620002, Екатеринбург, ул. Мира, 19

